

# Электротехнические САПР

По целевому назначению выделяют САПР или подсистемы САПР, которые предоставляют различные аспекты проектирования.

- **CAE (Computer Aided Engineering)** системы – системы анализа изделия по различным критериям (чаще всего МКЭ): ANSYS;
- **CAD (Computer Aided Design)** — конструкторские САПР общего машиностроения: AutoCAD;
- **CAM (Computer Aided Manufacturing)** – САПР технологической подготовки производства (чаще всего ЧПУ): SolidCAM;

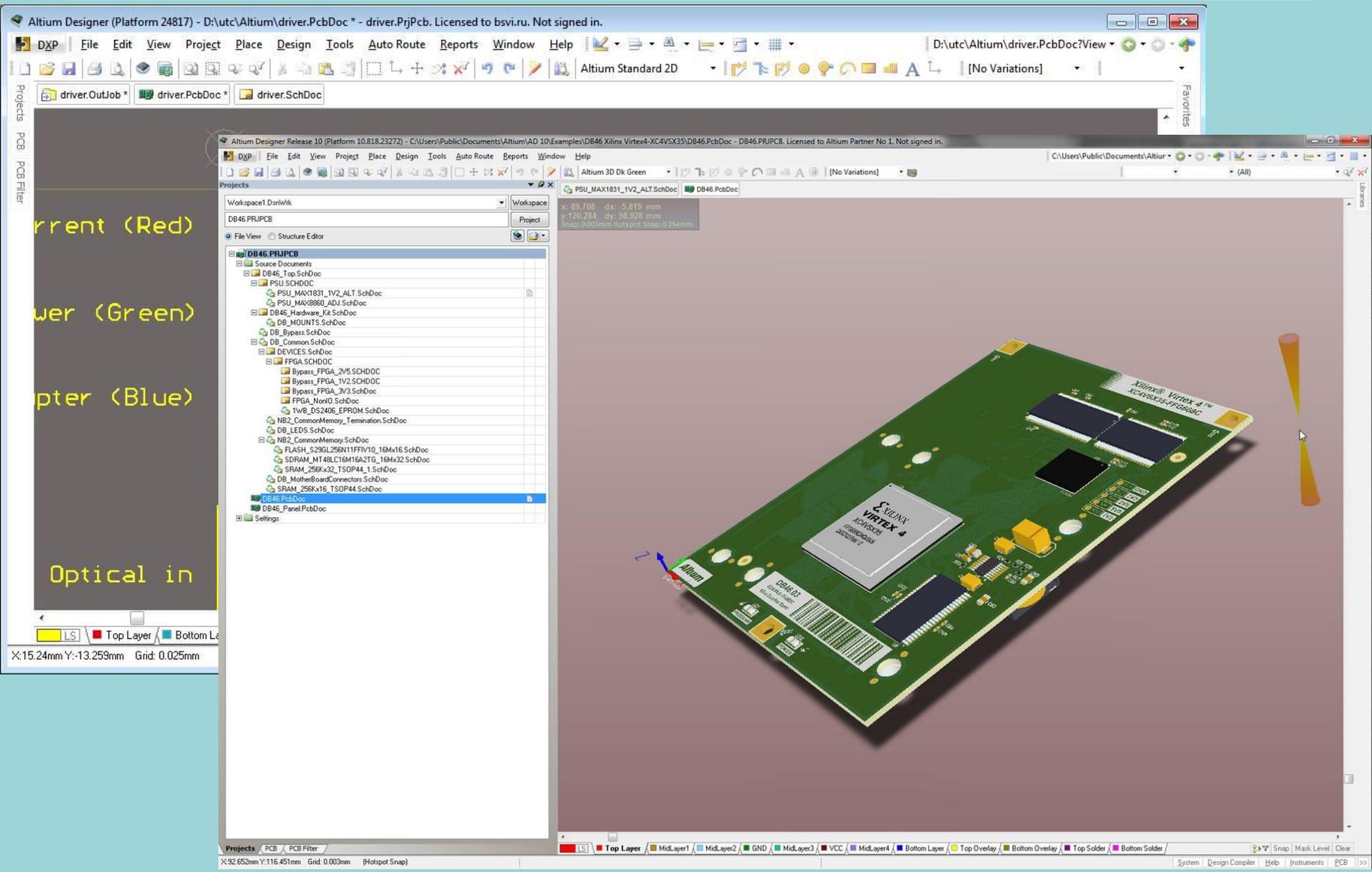
По отраслевому назначению:

- Машиностроительные САПР или **MCAD (Mechanical CAD)** системы — автоматизированное проектирование механических устройств в отраслях общего машиностроения: КОМПАС;
- **ECAD (Electronic CAD) или EDA (Electronic Design Automation)** системы — САПР для электротехники: Altium Designer, AutoCAD Electrical, Eplan, E3.series;
- **AEC CAD** - САПР в области архитектуры и строительства: ArchiCAD.

# Электротехнические САПР

**Altium Designer (бывш. PCAD)** - комплексная САПР радиоэлектронных средств, разработанная австралийской компанией Altium. Позволяет реализовывать проекты электронных средств на уровне схемы или программного кода с последующей передачей информации проектировщику программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС) или печатной платы. Отличительной особенностью программы является проектная структура и сквозная целостность ведения разработки на разных уровнях проектирования. Иными словами изменения в разработке на уровне платы могут мгновенно быть переданы на уровень ПЛИС или схемы и так же обратно. Также в качестве приоритетного направления разработчиков данной программы стоит отметить интеграцию ECAD и MCAD систем. Разработка печатной платы возможна в трёхмерном виде с двунаправленной передачей информации в механические САПР (Solid Works, NX, Inventor и др.). Решает задачи проектирования ПЛИС, печатных плат, схемотехнического проектирования и моделирования.

# Электротехнические САПР



Current (Red)

Power (Green)

Optical in (Blue)

Optical in

LS Top Layer Bottom Layer

X:15.24mm Y:-13.259mm Grid: 0.025mm

153 Top Layer Mid\_Layer1 Mid\_Layer2 GND Mid\_Layer3 VCC Mid\_Layer4 Bottom Layer Top Overlay Bottom Overlay Top Solder Bottom Solder Snap Mask Level Clear System Design Compiler Help Instruments PCB >>



# Электротехнические САПР

Изделия

Изделия	Характеристика	Информационн
НИО-14		Отдел
Барьеры искробезопас...		Class
Блоки		Class
Времянка		Class
Выключатели автоматич...		Class
"Schneider Electric"		Supplier
S60H-DC 3A		Выключатель а
BA25-29DC-2...		???
BA25-29DC		???
ИШГА.641256.005 ТУ		Supplier
BA-25-29-2B-10		Выключатель а
BA-25-29-2B-4		Выключатель а
BA-25-29-2B-50		Выключатель а
BA25-29DC-2-C-16		Выключатель а
BA25-29DC-2-C-2		Выключатель а
BA25-29 C1 10-0		Выключатель а
BA25-29 C1 16-0		Выключатель а
BA25-29 C1+N 40-0		Выключатель а
BA25-29DC-1-C-4		Выключатель а
BA25-29DC-2-C-10		Выключатель а
BA25-29DC-2-C-25		Выключатель а
BA25-29DC-2-C-40		Выключатель а
BA25-29DC-2-C-6		Выключатель а
Выключатель ав...		Supplier
ИШГА.642524.001 ТУ		Class
Датчики газонализато...		Class
Датчики давления		Class
Датчики напряженности...		Class
Датчики температуры		Class
Датчики тока		Class
Датчики уровня		Class
Диодные сборки		Class
Звонки		Class
Источники питания		Class
Кабели		Class
Каркейджи		Class
Клавиатуры		Class
Клапаны		Class
Клеммы		Class
Кнопки		Class
Коммутаторы Ethemet		Class
Компьютеры панельные		Class
Контакты		Class
Лампы		Class
Манипуляторы		Class
Марки проводов		Class
Модули "Fastwel"		Class
Модули "Grayhill"		Class

Параметры изделия в БД

Изделие в Базе Данных: BA-25-29-2B-10

Выводы: Расчет: Список значений

Версия: 1 (текущая / старая)

Описание версии: <нет данных>

Буквенный код: SF

Лист Перечень элементов\1

Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
A1	Элемент вычисления номиналов ИТЭМ-10 ИТЭ "Тер"	1	
A2-A9	Плата питания ТВБ КЛГИ.4.2124.1025	8	
A11, A12	Модель ЕМВ-101-М-04 "Эмв"	2	
AM1	Концентр гравитационный Ethernet OPM703 Fastwel	1	
AM2	Модель планшета цифровой шины OPM7501 Fastwel	1	
AM3-AM4	Модель источника питания AM7202 Fastwel	2	
AM5-AM6	Модель источника питания AM7202 Fastwel	20	
AM7	Модель интерфейса ИМ741 Fastwel	1	
AM8	Модель осевого OPM7001 Fastwel	1	
AM9	Концентр гравитационный Ethernet OPM703 Fastwel	1	
AM10	Модель платы ZIB OPM7501 Fastwel	1	
AM11-AM12	Модель источника питания OPM7801 Fastwel	4	
AM13-AM18	Модель источника питания OPM62 Fastwel	6	
AM19-AM24	Модель интерфейса ИМ741 Fastwel	2	
AM24	Модель осевого OPM7001 Fastwel	1	
AM25	Концентр гравитационный Ethernet OPM703 Fastwel	1	
AM26	Модель платы ZIB OPM7501 Fastwel	1	
AM27-AM28	Модель источника питания OPM7801 Fastwel	4	
AM29-AM35	Модель источника питания OPM62 Fastwel	6	
AM36	Модель интерфейса ИМ741 Fastwel	1	
AM37	Модель осевого OPM7001 Fastwel	1	
AM38-AM42	Преобразователь МП24/52 БИЖК.3.63.087-01	2	
H1, H2	Литературный источник питания ОК/К.3-ИТ-3-26 БИЖК.3.387/04 ТУ	2	
H3-H9	Литературный источник питания ОК/К.3-ИТ-3-26 БИЖК.3.387/04 ТУ	7	
H10	Литературный источник питания ОК/К.3-ИТ-3-26 БИЖК.3.387/04 ТУ	1	
H11, H12	Литературный источник питания ОК/К.3-ИТ-3-26 БИЖК.3.387/04 ТУ	2	
KY1-KY20	Реле переключения МР1-1 ТУ 3.2524-01-3928807-202	20	
KY21-KY28	Реле переключения МР1-2 ТУ 3.2524-01-3928807-202	48	
R1-R6	Резистор С2-3Н-0,25-420 Ом 1% А-В ОКМ.6.173 ТУ	4	

КЛГИ.4.2124.1025 33

Устройство ПСУ-01

Перечень элементов

Формат А4

Лист Перечень элементов\2

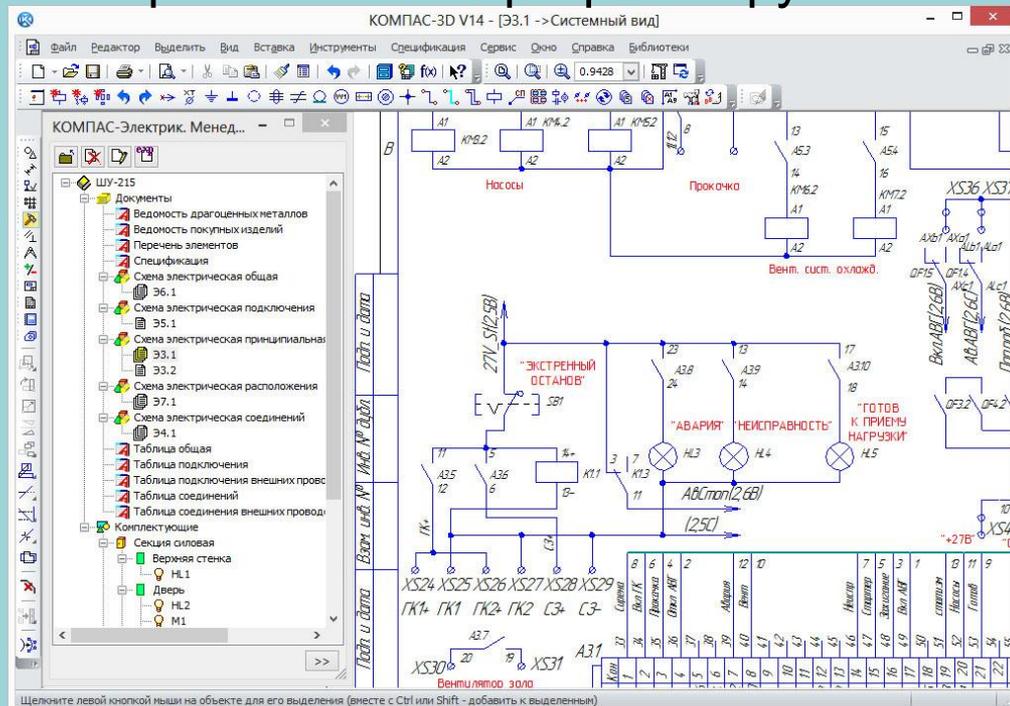
Поз. обознач.	Наименование	Кол.	Примечание
SP1, SP2	Выключатель автоматический BA25-29DC-2-C-2 ИШГА.64.256.005 ТУ	2	
SP3	Выключатель автоматический BA25-29DC-2-C-6 ИШГА.64.256.005 ТУ	1	
X1-X2	Соединитель RJ-45 Huprine	12	
X11	Клемма ZIB-641 Wap	6	
X12	Клемма ZIB-641 Wap	10	
X13	Клемма ZIB-641 Wap	10	
X14	Клемма ZIB-641 Wap	10	
X15	Клемма ZIB-641 Wap	4	
X16	Клемма ZIB-641 Wap	4	
X17	Клемма ZIB-641 Wap	120	
X18	Клемма ZIB-641 Wap	10	
X19	Клемма ZIB-641 Wap	36	
X10	Клемма ZIB-641 Wap	18	

КЛГИ.4.2124.1025 33

Формат А4

# Электротехнические САПР

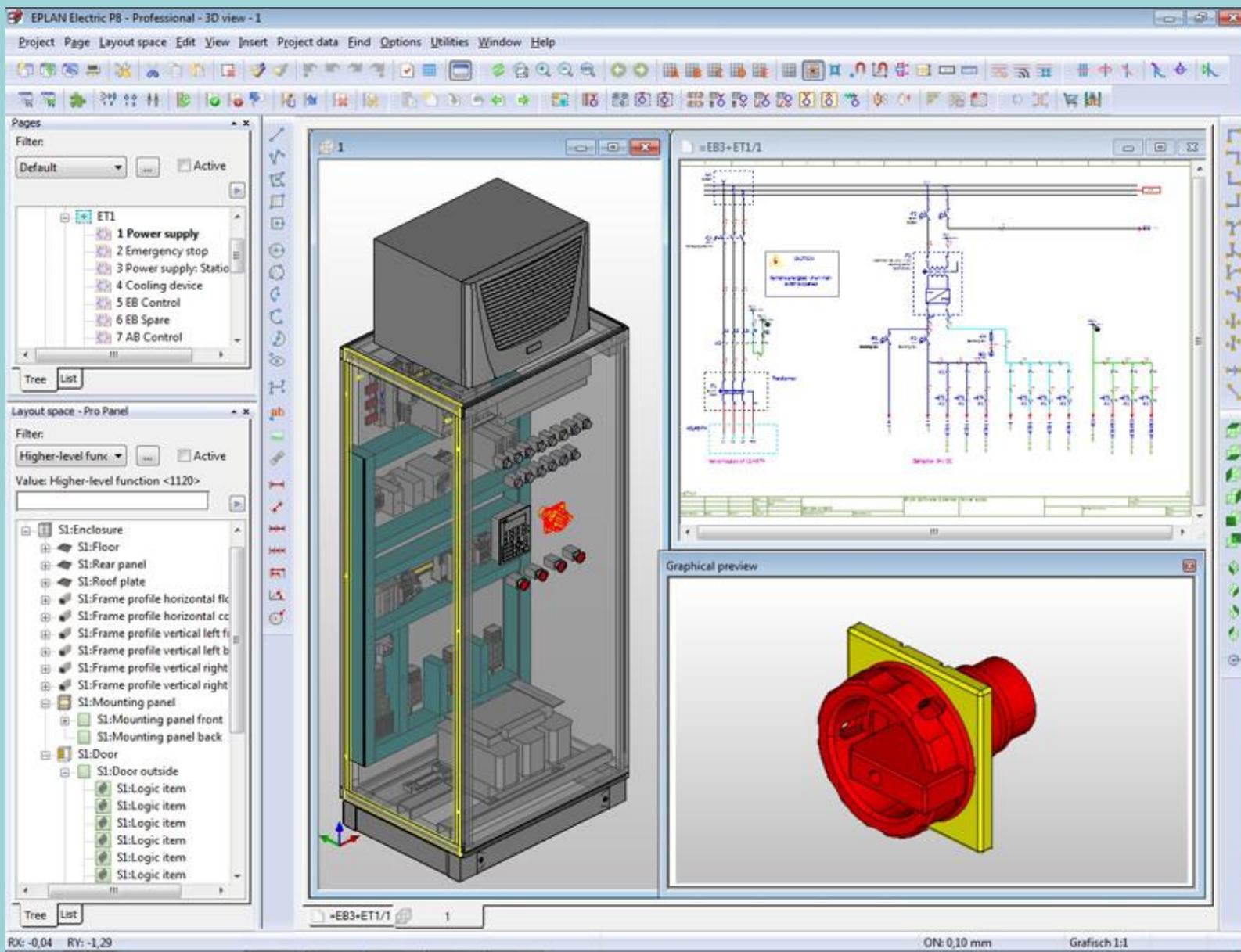
**КОМПАС-Электрик** предназначен для автоматизации проектирования и выпуска комплекта документов (схем и отчётов к ним) на электрооборудование объектов производства, в которых для выполнения электрических связей используется проводной монтаж (низковольтные комплектные устройства (НКУ), системы релейной защиты и автоматики (РЗА), АСУ технологических процессов и т. д. ); для автоматизации проектирования комплекта документов на электрооборудование объектов производства с применением программируемых логических контроллеров (ПЛК).



# Электротехнические САПР

- **EPLAN Electric P8** — Модульное и масштабируемое решение для электротехнического проектирования, автоматического создания проектной и рабочей документации.
- **EPLAN Fluid** - Программное обеспечение для проектирования пневмо/гидроавтоматики, систем смазки и охлаждения и автоматического создания соответствующей проектной и рабочей документации
- **EPLAN ProPanel** - 3D проектирование электротехнических шкафов с передачей данных в производство. Интеграция со станками ЧПУ.
- **EPLAN PrePlanning** - программное обеспечение для предварительного (эскизного) проектирования объектов и генерации проектной документации.
- **EPLAN Engineering Center** — Решение для функционального проектирования. В данном модуле пользователь задает граничные параметры проекта, а само проектирование осуществляется системой автоматически по определенным правилам.

# Электротехнические САПР



# Электротехнические САПР

**AutoCAD Electrical** входит в состав решения, использующего технологию цифровых прототипов и включает в себя полный набор функций САПР для проектирования электрических систем в дополнение к уже знакомым пользователям возможностям AutoCAD.

- Диспетчер проектов
- Формирование и обновление настраиваемых отчетов
- Простое совместное использование чертежей в формате DWG с другими заинтересованными лицами
- Добавление компонентов при компоновке панели



# Электротехнические САПР

- Проектирование клеммных соединений
- Создание 3D-моделей с данными о клеммных соединениях
- Возможности работы с проводами
- Автоматическая нумерация проводов и задание позиционных обозначений
- Проектирование и повторное использование цепей
- Библиотеки графических образов для электрических схем
- Проверка в режиме реального времени
- Взаимодействие с САПР 3D-моделирования Autodesk Inventor
- Отслеживание контактов родительских и дочерних компонентов
- Чертежи устройств ввода/вывода ПЛК на основе табличных данных
- Библиотеки на основе стандартов
- Интеграция с 3D-детальями электрических цепей в Inventor



# Стадии проектирования и состав проектов

- Стадии разработки (проектирования): **ГОСТ 2.103-2013, ГОСТ 2.102-2013, ГОСТ 2.101-2016**
- Схемы. Виды и типы. Общие требования к выполнению: **ГОСТ 2.701-2008**

По видам схемы подразделяют на *электрические, пневматические, гидравлические и комбинированные*.

Наибольшее распространение получили электрические схемы. В специальных условиях, например в условиях взрывоопасных производств, применяют пневматические и гидравлические приборы и устройства. Из-за громоздкости пневмогидравлической аппаратуры и трудностей передачи пневмогидравлических командных импульсов на большие расстояния такие системы получили небольшое распространение.

В ряде случаев в проектах встречаются комбинированные схемы.

# Стадии проектирования и состав проектов

- По *типам* схемы подразделяются на:
- *структурные*, отражающие укрупненную структуру и взаимосвязи между пунктами контроля и управления объектом и отдельными должностными лицами;
- *функциональные*, отражающие функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, сигнализации, управления и регулирования технологического процесса и определяющие оснащение объекта управления приборами и средствами автоматизации;
- *принципиальные*, определяющие полный состав входящих в отдельный узел автоматизации элементов, модулей, вспомогательной аппаратуры и связей между ними и дающие детальное представление о принципе его работы. На основании принципиальных схем разрабатывают схемы внешних соединений электрических и трубных проводок, общих видов и монтажных схем щитов и пультов автоматизации;

# Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

- *монтажные*, показывающие соединение электрических и трубных проводок в пределах комплектных устройств (щитов, пультов и т. п.), а также места их присоединения и ввода (сборки коммутационных зажимов, клеммные блоки, штепсельные разъемы, переборочные соединения для трубных проводок и т. п.);
- *подключений*, показывающие схематичное расположение устройств на панелях и содержащие адреса подключений к другим электрическим устройствам;
- *соединений*, показывающие внешние электрические и трубные связи между измерительными устройствами и исполнительными устройствами, с одной стороны, щитами и пультами автоматизации – с другой. На схеме соединений показывают также вспомогательные элементы (фитинги, проходные и соединительные коробки и т. п.) и в необходимых случаях – шкафы силового электрооборудования.

# Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

- Схемы, как правило, выполняются без соблюдения масштаба. В монтажных схемах соблюдается действительное пространственное расположение отдельных средств автоматизации и монтажных изделий.
- В зависимости от вида схемы обозначаются следующими буквами: электрические – Э, гидравлические – Г, пневматические – П, энергетические – П, комбинированные – С.
- В зависимости от типа схемы обозначаются цифрами: структурные – 1, функциональные – 2, принципиальные – 3, соединений (монтажные) – 4, подключения – 5, общие – 6, расположения – 7, прочие – 7.
- Наименование и код схемы определяют ее вид и тип. Например, схема электрическая принципиальная – Э3, схема гидравлическая соединений – Г4.

# Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

Согласно **ГОСТ 2.201-80** каждому комплекту рабочих чертежей присваивают самостоятельное обозначение, в состав которого включают базовое обозначение и марку основного комплекта:

При выпуске на изделие нескольких схем определенного вида и типа в виде самостоятельных документов допускается в наименовании схемы указывать название функциональной группы или цепи (например, схема электрическая принципиальная привода, схема электрическая принципиальная цепей питания). В этом случае каждой схеме присваивают обозначение по ГОСТ 2.201-80, как самостоятельному документу, и, начиная со второй схемы, к коду схемы в обозначении добавляют через точку арабскими цифрами порядковые номера (например, АБВГ.ХХХХХХ.ХХХЭЗ, АБВГ.ХХХХХХ.ХХХЭЗ.1).

# Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

Классификатор ЕСКД - общероссийский классификатор изделий и конструкторских документов, систематизированный свод наименований классификационных группировок объектов классификации - изделий основного и вспомогательного производства всех отраслей народного хозяйства, общетехнических документов и их кодов и является составной частью Единой системы классификации и кодирования технико-экономической информации.

В Классификатор ЕСКД включены классификационные характеристики изделий - деталей, сборочных единиц, комплектов, комплексов (**ГОСТ 2.101-2016 "ЕСКД. Виды изделий"**), на которые разработана и разрабатывается конструкторская документация по ЕСКД, в том числе стандартные изделия, а также общетехнические документы (нормы, правила, требования, методы и т.д.) на изделия, входящие в Классификатор ЕСКД.

Классификатор ЕСКД построен по иерархическому десятичному методу, основанному на дедуктивном логическом делении классифицируемого множества. Этим методом достигается конкретизация признаков классификации изделий и документов на каждой последующей ступени классификации.

# Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

КЛАСС 520000	Машины электрические вращающиеся		
ПОДКЛАСС 521000	До 56 габарита вкл. со статором неявнополюсным с распределенной обмоткой		
ГРУППА 521300	Габарита св. 20 до 28 вкл.		
ПОДГРУППА	ВИД		
521310  С ротором короткозамкнутым массивным	521311	Двигатели асинхронные	трехфазные и многофазные
	2		двухфазные
	3		однофазные
	4		универсальные
	5		
	6		
	7		
	8	Муфты	
	9	Прочие	



# Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

В графах основной надписи (номера граф на формах заключены в скобки) указывают:

- в графе 1 - наименование изделия (детали, сборочной единицы и т. д.), а также наименование документа в именительном падеже единственного числа. Схема электрическая принципиальная;
- в графе 2 - обозначение документа по ГОСТ 2.201-80 (заполнение в документах курсового или дипломного проекта определяет кафедра);
- в графе 3 - обозначение материала детали (графу заполняют только на чертежах деталей);
- в графе 4 - литеры документа: техническое предложение – П, эскизный проект – Э, технический проект – Т, рабочая документация – Р;
- в графе 6 - масштаб;
- в графе 7 - порядковый номер листа;
- в графе 8 - общее количество листов документа (графу заполняют только на первом листе);

# Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

В графах основной надписи (номера граф на формах заключены в скобки) указывают:

- в графе 9 - Наименование или различительный индекс предприятия, выпускающего документ (указывают шифр учебной группы, аббревиатуры факультета и вуза);
- в графе 10 - характер работы, выполняемой лицом, подписывающим документ (студент – разработал, руководитель – проверил);
- в графе 11 - фамилия лиц, подписавших документ (фамилии студента и руководителя проекта);
- в графе 12 - подписи лиц, фамилии которых указаны в графе 11.

Данные об элементах принципиальной схемы записывают в перечень элементов.

# Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

Перечень элементов по **ГОСТ 2.106** выполняют в виде таблицы либо на листе принципиальной схемы, либо на листах формата А4 самостоятельным документом, который помещают в пояснительную записку.

Поз. Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	Пускатели ТУ16-664.001-83		
КМ1	Пускатель ПМЛ1100 04	1	
КМ2,	Пускатель ПМЛ2100 04	2	
КМ3			

Связь перечня с условными графическими обозначениями УГО на схеме осуществляется через буквенные позиционные обозначения БПО аппаратов. Если перечень помещают на листе схемы, его располагают, как правило, над основной надписью, Расстояние между перечнем элементов и основной надписью должно быть не менее 12 мм. Продолжение перечня помещают слева от основной надписи, повторяя заголовок таблицы. Устройства (элементы) в перечень записывают группами в алфавитном порядке БПО.

# Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

Перечень выполняют в виде таблицы либо на листе принципиальной схемы, либо на листах формата А4 самостоятельным документом, который помещают в пояснительную записку.

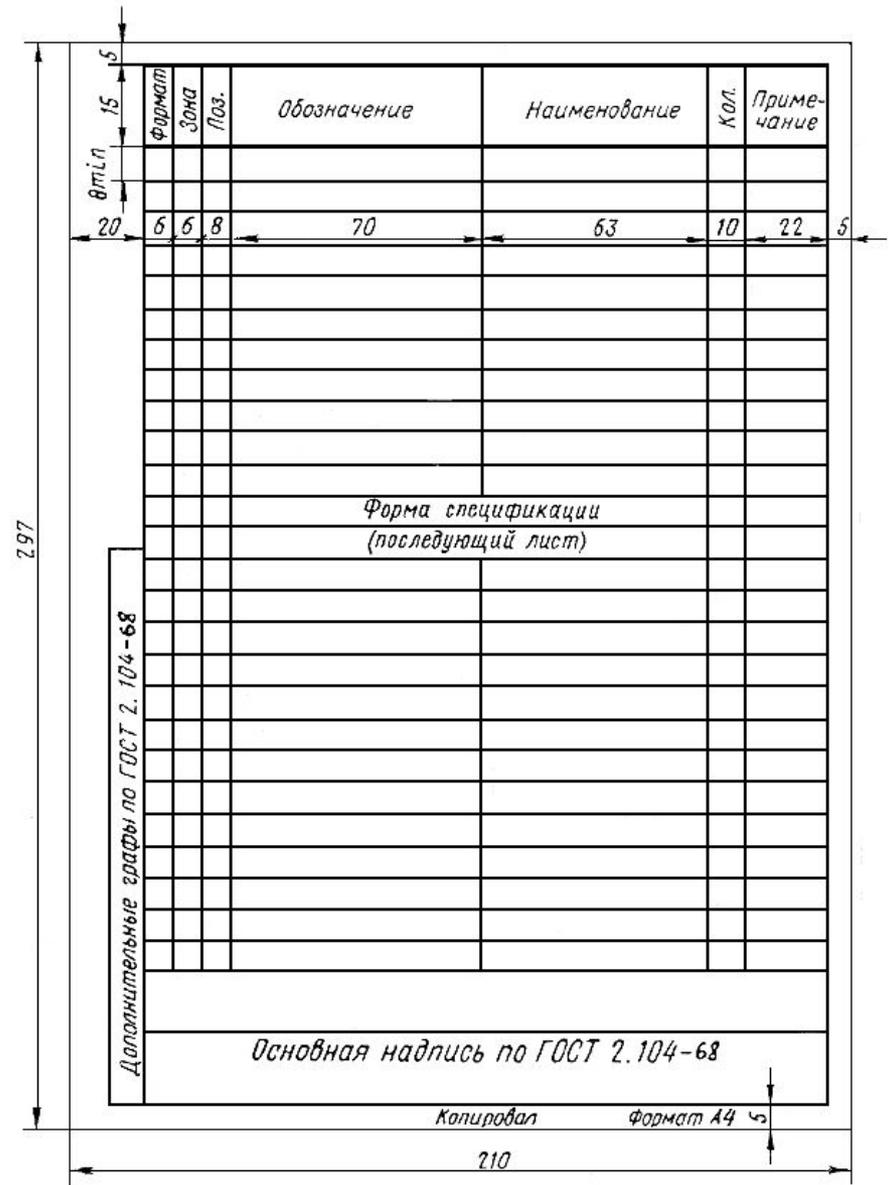
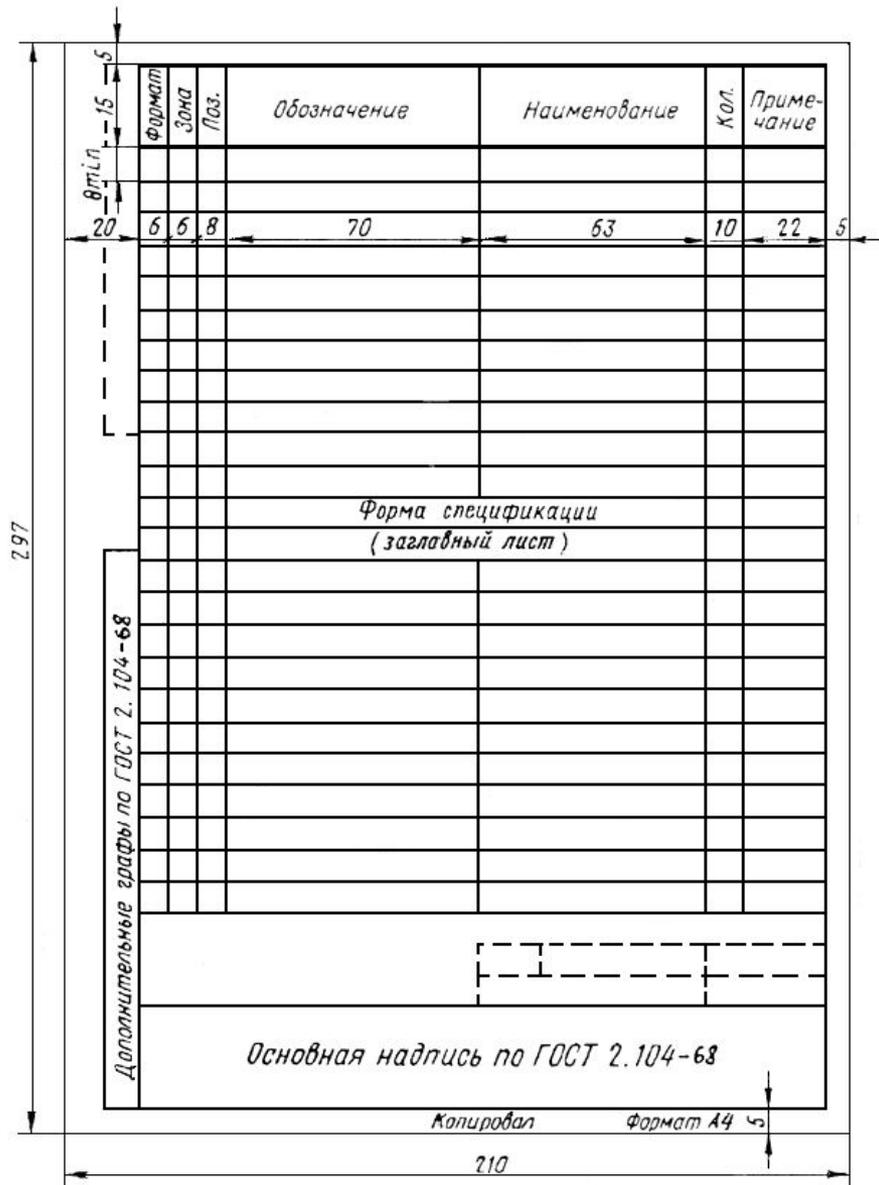
Спецификацию составляют на отдельных листах на каждую сборочную единицу, комплекс и комплект.

В спецификацию вносят составные части, входящие в специфицируемое изделие, а также конструкторские документы, относящиеся к этому изделию и к его неспецифицируемым составным частям.

Спецификация в общем случае состоит из разделов, которые располагают в следующей последовательности:

- документация;
- комплексы;
- сборочные единицы;
- детали;
- стандартные изделия;
- прочие изделия;
- материалы;
- комплекты.

# Стадии проектирования и состав проектов автоматизации



# Стадии проектирования и состав проектов автоматизации

**Единая система конструкторской документации (ЕСКД)** — комплекс государственных стандартов, устанавливающих взаимосвязанные правила, требования и нормы по разработке, оформлению и обращению конструкторской документации, разрабатываемой и применяемой на всех стадиях жизненного цикла изделия (при проектировании, разработке, изготовлении, контроле, приёмке, эксплуатации, ремонте, утилизации).

Основное назначение стандартов ЕСКД состоит в установлении единых оптимальных правил, требований и норм выполнения, оформления и обращения конструкторской документации.

## **ГОСТ 2.001-2013**

*Единая система конструкторской документации. Общие положения*

# Электротехническое проектирование

При проектировании электротехнических подсистем решаются три крупные задачи:

- статического и динамического расчета подсистемы (системы);
- выбора элементов и их соединения в подсистему;
- конструкторского проектирования - размещения элементов в защитных оболочках (электротехнических шкафах, пультах управления, кассетах), размещение оболочек в пространстве машины (компоновка машины) и соединение контактов элементов электрическими проводниками, жгутами проводников и электрическими кабелями.

Последняя задача связана с геометрическим моделированием и решается в рамках машиностроительных САПР общими средствами 3D или 2D геометрического моделирования, а также встроенными в 3D-системы специализированными модулями проектирования соединяющих контакты, провода, жгуты, кабели и выпускающих документацию к ним.

# Электротехническое проектирование

Задача *выбора элементов* частично решается при расчете системы. Здесь определяются возмущения, управления, нагрузки, основные требуемые характеристики элементов и их значения, связи системы, обеспечивающие заданные требования. Это - циклограммы детерминированных нагрузок, возмущения и управления, мощности, силы и моменты, напряжения и токи, скорости преобразования, периоды и уровни квантования, структура и параметры системы управления, ее регуляторов. При этом многие расчеты формализованы в дисциплинах из области механики, электротехники, электропривода, электроники, управления и др., а методы и методики расчета утверждены на отраслевом или корпоративном уровне, используют соответствующий математический аппарат и могут выполняться автоматически или быть автоматизированы специальными расчетными программами.

Задача соединения элементов в систему связана с созданием принципиальных схем электрических, гидравлических, пневматических, смешанных (поэтому системы электротехнического проектирования начинают включать в себя средства для работы с гидро - и пневмосистемами), а также с выпуском документации к ним.

# Электротехническое проектирование

Разработка принципиальных схем является слабо формализованным этапом проектирования подсистем. На этом этапе в систему вводится вся информация о ее элементах и связях. При этом разработчик использует информацию каталогов различных производителей и поставщиков элементов системы, нормативные документы, требования к системе, системы анализа и расчета, системы проектирования.

В «исторически ранних» САПР требуемая информация встраивалась в САПР ее разработчиками или пользователями, а недостающая информация «вручную» вводилась пользователями при ее фильтрации из традиционных (бумажных) источников информации. Передача информации между САПР различного назначения передавалась также «вручную» или с использованием специально разработанных (часто самими пользователями) конверторов.

# Электротехническое проектирование

В «исторически поздних» системах просматривается тенденция к расширению средств сетевого взаимодействия с внешними источниками и потребителями данных, системами анализа, конструкторскими САПР используя различные средства, в частности - взаимодействия через файлы универсальных форматов САПР (например, STEP), текстовые файлы, использующие расширенный язык разметки XML, объекты OLE, ActiveX (связывание и внедрение объектов). Применяются интерфейсы взаимодействия с таблицами баз данных, каталогами, широко используемыми различными пользователями программами и программными системами (например, Microsoft Office), средства поиска информации во внешних источниках данных.

Таким образом, средства САПР из области «автономных» перемещаются в область средств, способных к интеграции с другими средствами описания. При этом они еще сохраняют в себе обширные «собственные» библиотеки стандартных элементов и УГО, характеристики необходимых элементов для построения системы (оборудования сторонних производителей).

# Электротехническое проектирование

В САПР, как правило, используется следующая последовательность создания описания (проекта)

- *Создание проекта* - папок файлов проекта, путей доступа к ним и к библиотекам;
- *Проектирование принципиальной схемы* - расчет, анализ, выбор, описание и соединение элементов в целостную систему, удовлетворяющую требованиям к ней;
- *Создание перечней, спецификаций* и сопутствующих схем по данным принципиальной схемы;
- *Передача данных* в другие проектные задачи;
- *Проектирование* электрических шкафов, пультов, коробок и схем расположения, выпуск их спецификаций;
- *Создание монтажных документов*. На принципиальной схеме часто не указывают устройства, используемые для удобства монтажа, демонтажа и транспортирования системы не влияющие на ее работу (соединительные коробки, клеммы, удлинители кабелей). Но эти устройства должны быть отражены в монтажных документах;
- *Выпуск ведомостей проекта*.

# Электротехническое проектирование

В папке проекта находятся документы одного проекта. Это совокупность чертежей, таблиц, ведомостей, расчетно-пояснительных описаний.

Проектирование принципиальной схемы выполняется графическим редактором. Она является основным документом, содержащим в себе всю информацию о подсистеме (скрытую или отображенную). По информации, содержащейся в принципиальной схеме, генерируются все виды отчетов (дополнительных документов). Часть информации из принципиальной схемы может передаваться в другие средства проектирования и описания (например, подготовки данных для создания монтажных документов).

Графический редактор, как правило, имеет средства меню, обеспечивающие автоматизированный выбор элементов принципиальной схемы, их автоматизированное размещение на шаблоне документа.

# Электротехническое проектирование

Объекты электротехнических отечественных САПР:

- **Электрическое устройство** - единая электрическая конструкция, заказываемая отдельной позицией в ведомости. Электрическое устройство представлено одним или несколькими его элементами, которые могут иметь различное УГО и одно буквенно-позиционное обозначение. В базе данных электрическое устройство существует в виде описания (маркировка, чертежи, контакты, и т.д.).
- **Оболочка** - панель, шкаф, щит, узел, пульт управления и особый вид оболочек - отдельно стоящее электрическое устройство. Распределение электрических устройств по оболочкам оказывает влияние на трассировку проводов и на обозначение электрических устройств. Оболочки могут быть вложенными.
- **Провод** - физическая реализация линии связи, содержащая одну или несколько изолированных жил, поверх которых может иметься легкая защитная оболочка. Провод, как правило, не предназначен для прокладки в агрессивной среде.

# Электротехническое проектирование

- **Наконечник** провода - представляет собой способ заделки конца провода. Его тип определяется в зависимости от марки провода, конструктивных размеров контакта и типа применяемого наконечника.
- **Скрутка** - связь между электрическими устройствами выполняемая путем скручивания нескольких проводов для предотвращения взаимных наводок в цепях управления.
- **Экран** - линия связи особого типа, позволяющая обозначить провода кабеля, входящие в экран. В качестве экрана выступает одна из жил кабеля.
- **Перемычка** - вид линии связи, обозначающий, как правило, конструктивный элемент объединяющий 2 и более контакта одного устройства.
- **Кабель** – изделие, содержащее одну или более изолированных жил (проводников), заключенных в единую защитную оболочку.
- **Жгут** - представляет собой конструктивно оформленный пучок проводов. Жгут имеет конструкторские обозначения и наименование. Провода, входящие в жгут могут соединять электрические устройства лежащие в одной или в нескольких оболочках.

# Электротехническое проектирование

- **Трасса** - набор проводов между двумя оболочками, объединенных по типу электрической связи или по конструктивным соображениям. Имеет конструкторское обозначение, наименование, маркировку и другие характеристики. В трассу могут попасть провода идущие между конкретными двумя оболочками с учетом вложенных оболочек.
- **Шина** (шинопровод) - вид линии связи, к которой могут подключаться другие линии связи и электрические устройства.